

航空レーザー測深の精度向上、作業効率 化に資する技術開発・検証結果

国土地理院
令和2年3月

フィルタリング作業を効率化するソフトウェアの開発

募集テーマ

航空レーザ測深で取得された水中部のデータの処理等にかかる時間を短縮し、効率化を実現するソフトウェアを開発・構築すること。

< 必須要件（リクワイアメント） >

□ 効率性

- AIの活用（機械学習機能等による自動化）等によりできるだけ処理を自動化することで、 1 km^2 の範囲を取得点密度 $1 \text{ 点}/\text{m}^2$ 程度で取得した水中部のデータのフィルタリング処理を8時間以内（作業者の手動によるフィルタリング処理時間は含まない）で実施可能であること。（処理は、100万円以内で調達なPCで実施することを想定）

□ 正確性

- 1 km^2 の範囲を取得点密度 $1 \text{ 点}/\text{m}^2$ 程度で取得した水中部のデータのフィルタリング処理結果（自動による処理）に含まれる過剰なデータ（水面と水底以外の点データ）の割合が20%以内であること。また、本来フィルタリング処理結果に含まれるべき漏れのデータの割合が20%以内であること。

■ 開発チーム

- ① アイサンテクノロジー株式会社／アジア航測株式会社／株式会社ユニテック
- ② 株式会社オービタルネット／アジア航測株式会社／株式会社ユニテック

※アジア航測株式会社及び株式会社ユニテックは現場での知見等を踏まえ支援する立場として参加

フィルタリングツールの検証作業

本検証結果の取扱いについて（留意事項）

本実証結果については、以下の点にご留意ください。

- 検証面積1 km²は、水域を多く取るため河道に沿って範囲を選定。
- 貸与資料11河川のうち、検証範囲が網羅してない(欠測箇所あり) 1 km²未満の河川が2河川ある。
- 開発ツールの効率性検証対象河川は、開発チーム①が11河川、開発チーム②は1河川。
- 開発ツールの正確性検証対象河川は、開発チーム①が4河川、開発チーム②は1河川。

① アイサンテクノロジー株式会社／アジア航測株式会社／株式会社ユニテック

- フィルタリングツールの処理時間は、手作業による、input・outputの設定時間は加味せず処理時間のみを記載。
- フィルタリングツールのパラメーター設定があるため、設定値により効率/正確性が可変する。
- 本来、河川毎に最適なパラメーターを設定する必要があるが、今回は貸与した全河川で概ね適用できるパラメーターを設定して処理した。
- 最終成果品の品質を担保するには、状況により自動処理後に手動作業を必要とする。

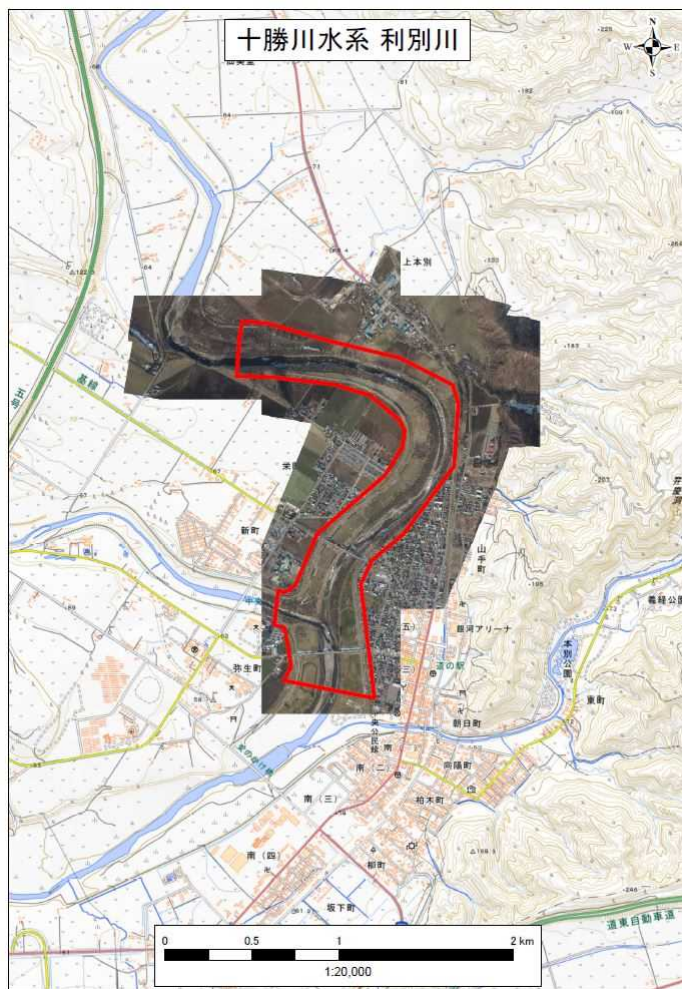
② 株式会社オービタルネット／アジア航測株式会社／株式会社ユニテック

- ソフトウェア貸与の許可を得ることができなかったため、開発チームが作業を実施。その処理作業所要時間を掲載した。
- 開発期間の関係で、今回は1河川のための検証となっている。

フィルタリングツールの検証作業

検証河川（貸与資料）

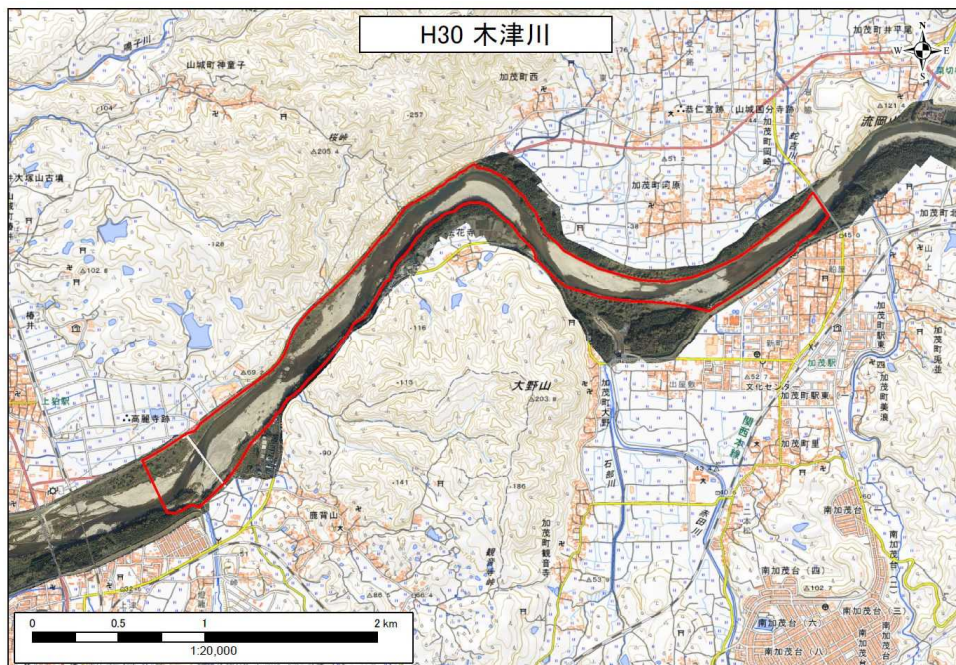
(1) 『利別川（北海道・H30取得）』 赤枠：検証範囲1km²



フィルタリングツールの検証作業

検証河川（貸与資料）

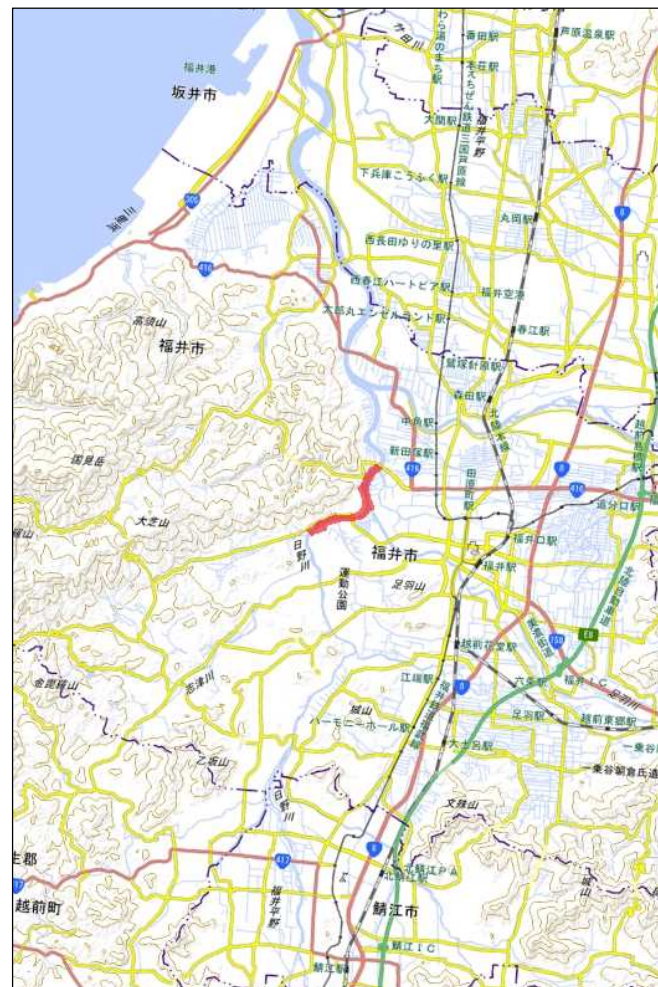
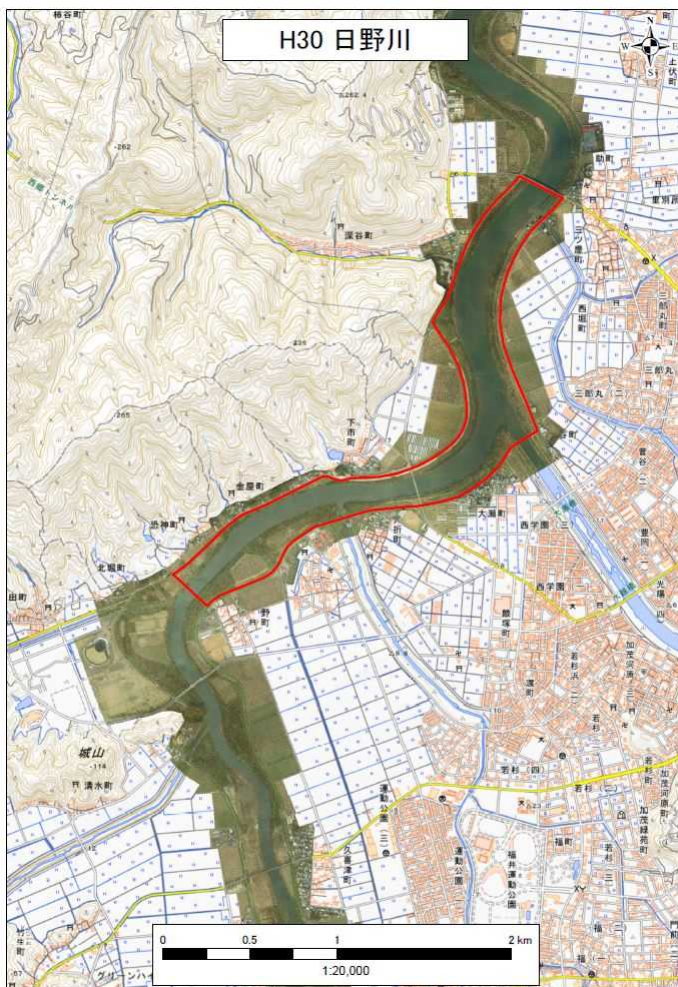
（2）『木津川（京都府・H30）』 赤枠：検証範囲1km²



フィルタリングツールの検証作業

検証河川（貸与資料）

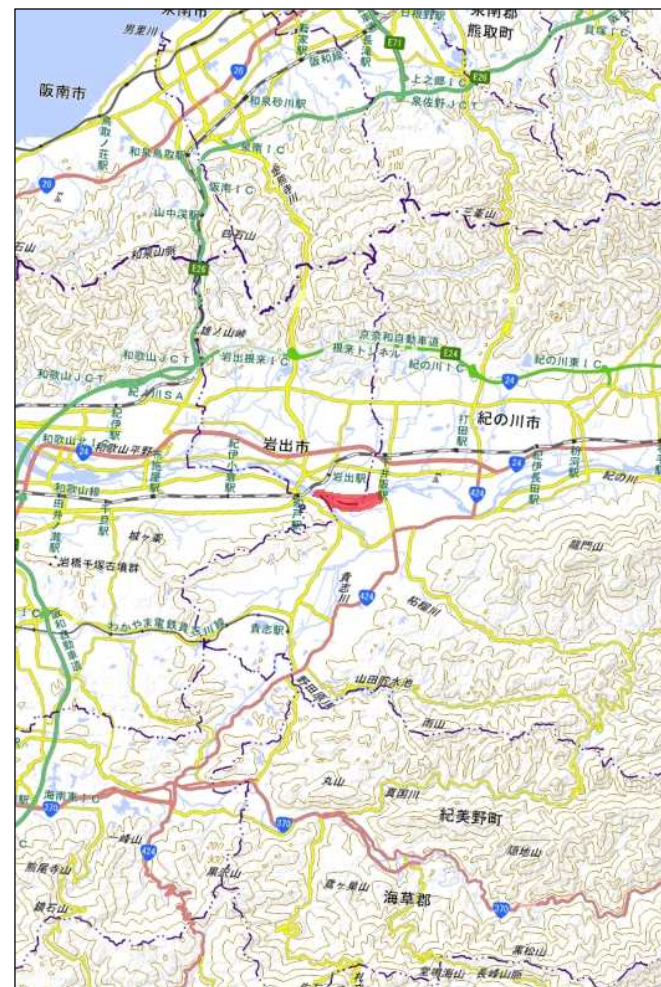
(3) 『日野川（福井県・H30）』 赤枠：検証範囲1km²



フィルタリングツールの検証作業

検証河川（貸与資料）

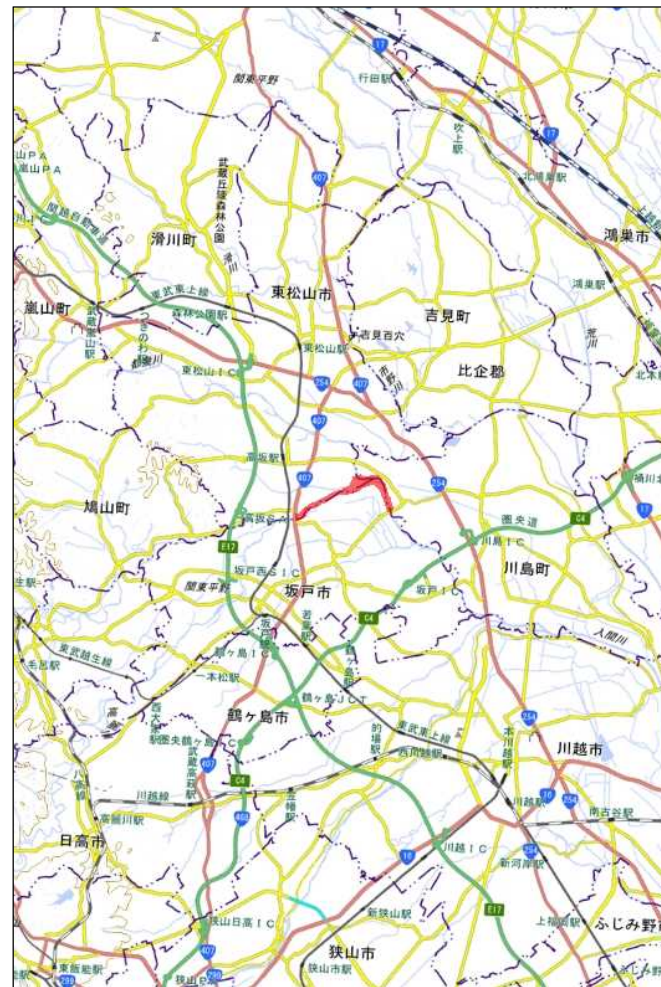
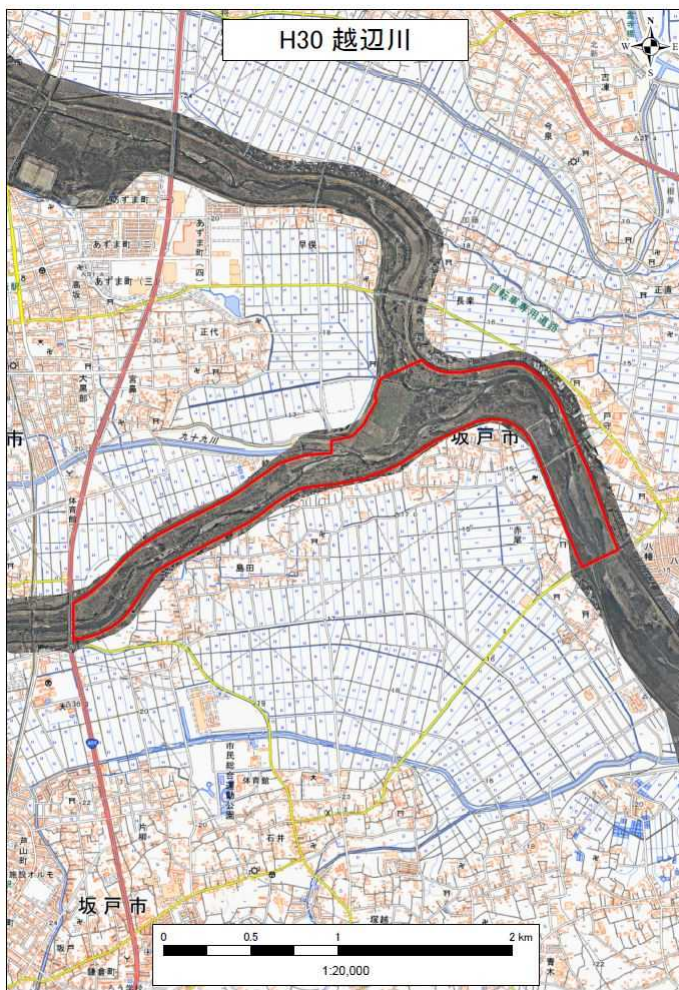
(4) 『紀ノ川岩出地区（和歌山県・H30）』 赤枠：検証範囲1km²



フィルタリングツールの検証作業

検証河川（貸与資料）

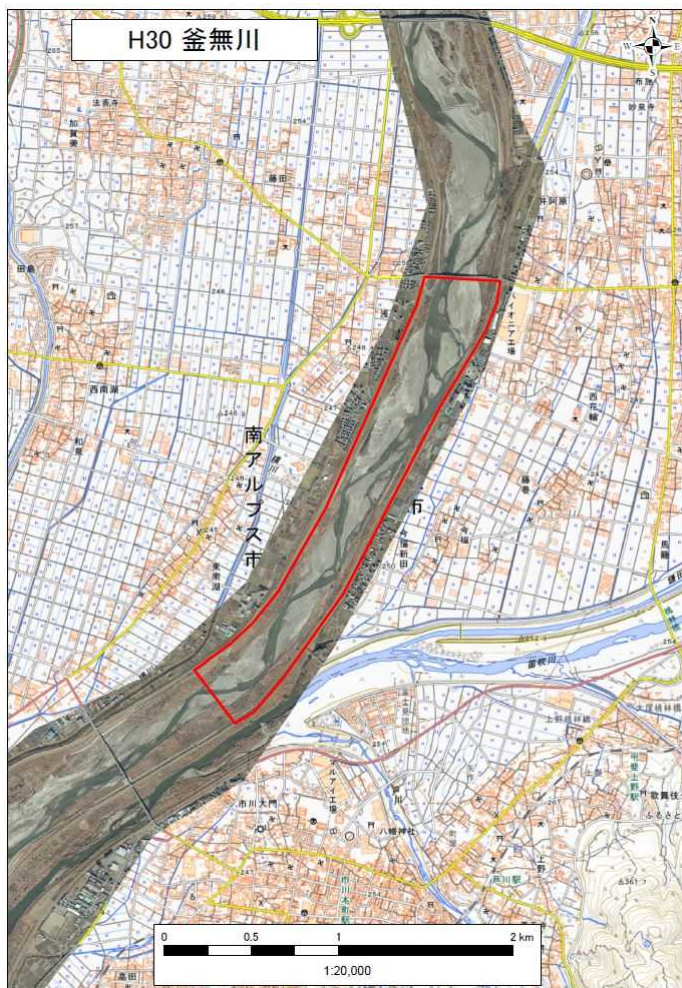
(5) 『越辺川（埼玉県・H30）』 赤枠：検証範囲1km²



フィルタリングツールの検証作業

検証河川（貸与資料）

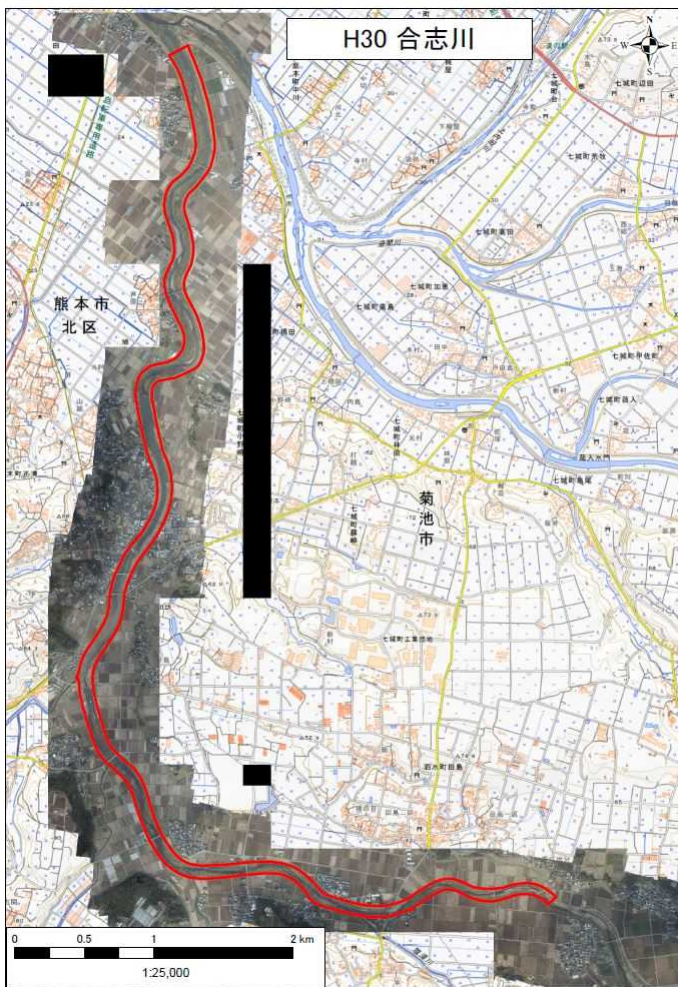
(6) 『釜無川（山梨県・H30）』 赤枠：検証範囲1km²



フィルタリングツールの検証作業

検証河川（貸与資料）

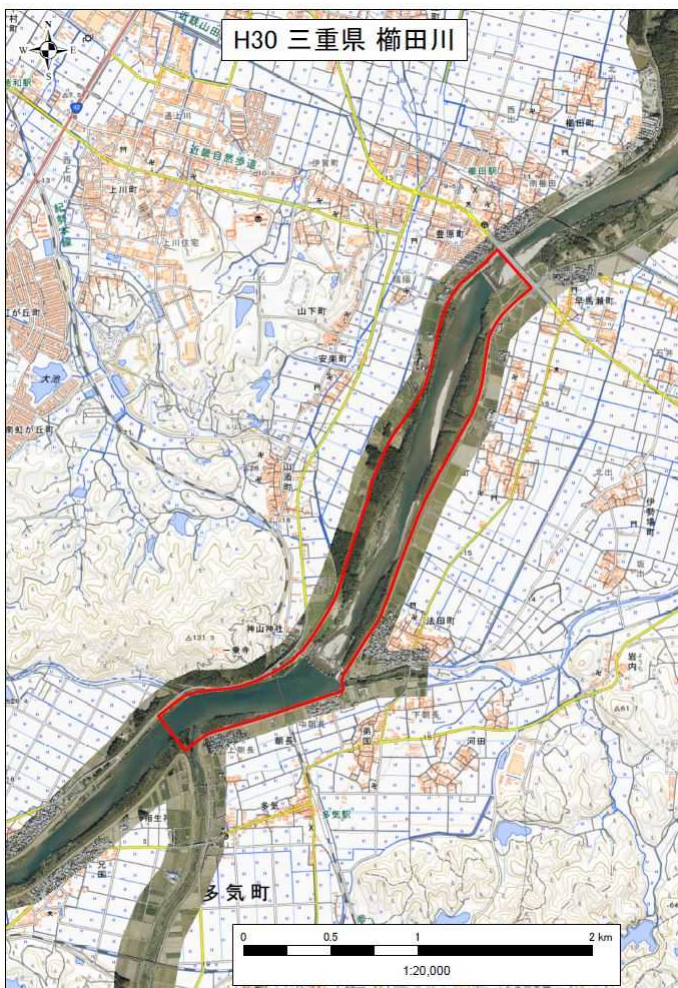
(7) 『合志川（熊本県・H30）』 赤枠：検証範囲1km²



フィルタリングツールの検証作業

検証河川（貸与資料）

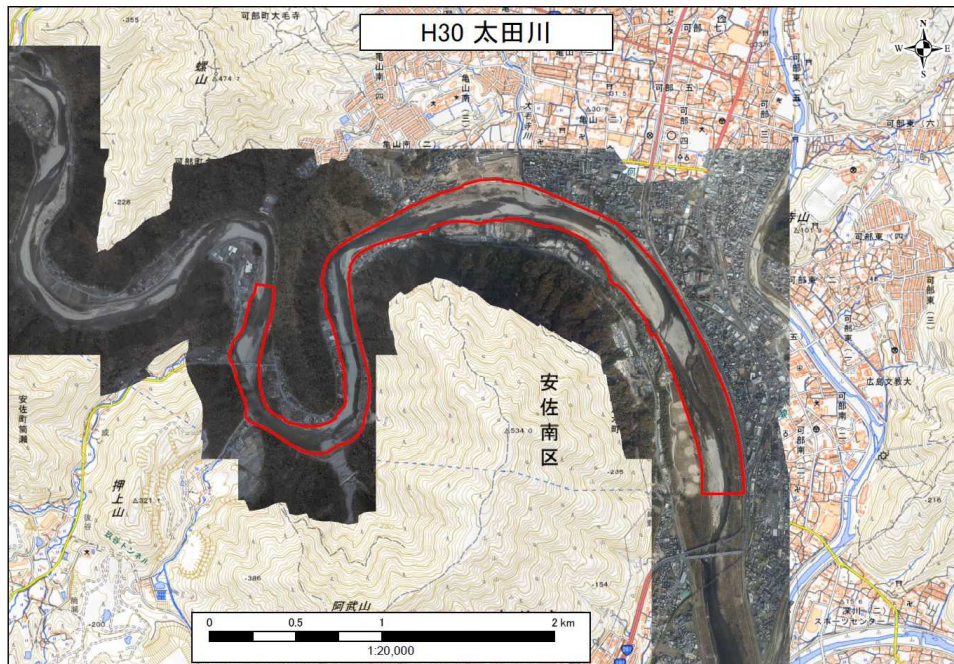
(8) 『櫛田川（三重県・H30）』 赤枠：検証範囲1km²



検証河川（貸与資料）

(9) 『太田川（広島県・H30）』

赤枠：検証範囲1km²



フィルタリングツールの検証作業

検証河川（貸与資料）

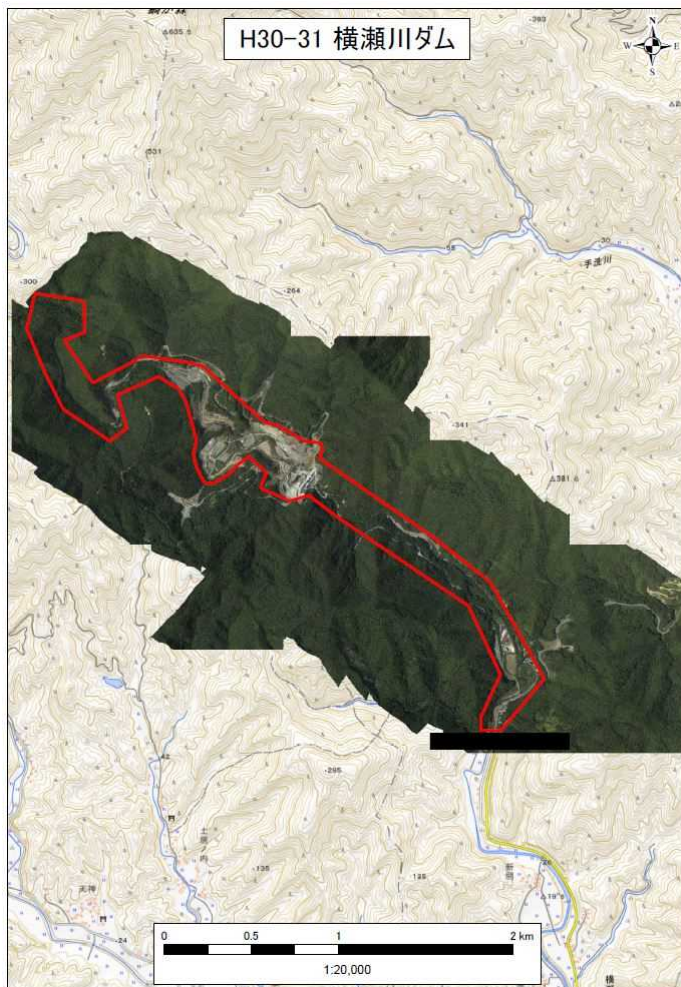
(10) 『物部川（高知県・H30）』 赤枠：検証範囲1km²



フィルタリングツールの検証作業

検証河川（貸与資料）

(11) 『横瀬川ダム（高知県・H30）』 赤枠：検証範囲1km²



フィルタリングツールの検証作業

□ 効率性（処理時間）の検証

【検証方法】

開発チーム①・・・ソフトウェア体験版一式を貸与いただき、作業所要時間を計測。

河川名	検証点数	読込時間	一次処理時間	二次処理時間	成果出力	合計時間
北海道 十勝川水系 利別川	103,323,347	7分28秒	8分37秒	7分32秒	1分50秒	25分27秒
京都府 木津川	163,751,571	13分12秒	9分08秒	7分27秒	3分13秒	33分00秒
福井県 日野川	305,670,129	24分37秒	11分48秒	7分25秒	4分32秒	48分22秒
和歌山県 紀ノ川 岩出地区	117,163,190	12分17秒	8分58秒	8分00秒	2分05秒	31分20秒
埼玉県 越辺川	143,540,123	11分04秒	9分21秒	6分45秒	2分19秒	29分29秒
山梨県 釜無川	83,122,249	6分30秒	6分52秒	6分11秒	1分42秒	21分15秒
熊本県 合志川	48,371,136	3分12秒	4分31秒	4分11秒	1分04秒	12分58秒
三重県 櫛田川	81,647,520	5分49秒	5分51秒	4分24秒	1分02秒	17分06秒
広島県 太田川	36,083,677	2分52秒	5分33秒	4分01秒	0分44秒	13分10秒
高知県 物部川	29,979,092	2分30秒	4分48秒	4分04秒	0分45秒	12分07秒
高知県 横瀬川ダム	45,471,877	3分24秒	5分47秒	2分54秒	0分43秒	12分48秒

処理に使用したPCのスペック

①HP Z4 G4 workstation/CPU Intel(R)Xeon(R)W-2123@3.6GHz 3.60GHz/4コア/メモリ16GB
ストレージ HDD/GPU NVIDIA Quadro P620

【検証結果】

- リクワイアメント（1.0km²及び取得点密度1点/m²程度で8時間以内）に対し、11河川検証し
いずれも1時間以内で処理が完了した。

フィルタリングツールの検証作業

□ 効率性（処理時間）の検証

【検証方法】

開発チーム②・・・ソフトウェア貸与の許可を得ることができなかつたため、開発チームが作業を実施。その処理作業所要時間。

検証した実際のデータ

1m² = 50~200点

1km²当たり 5,000万点~2億点の所要時間

1. 点群データの切り出し：8~12時間
2. 評価用データセット生成：2分
3. フィルター画像生成：0.5分（GPU使用）
4. オリジナル点群のフィルター加工：15~30分
5. データ結合 約5~10分（GPU使用）

処理に使用したPCのスペック

② Core i7-8750H 4.1GHz 16GB / GeForce GTX1070 Max-Q Design 8GB /
Windows 10 HOME

【検証結果】

- リクワイアメント（1.0km²及び取得点密度1点/m²程度で8時間以内）に対し、点群データの切り出し作業で時間をオーバーしたが、この部分は将来的な自動化により対処可能。また、点群密度が1m²に1点であれば、さらに処理時間が短縮される見込みである。

フィルタリングツールの検証作業

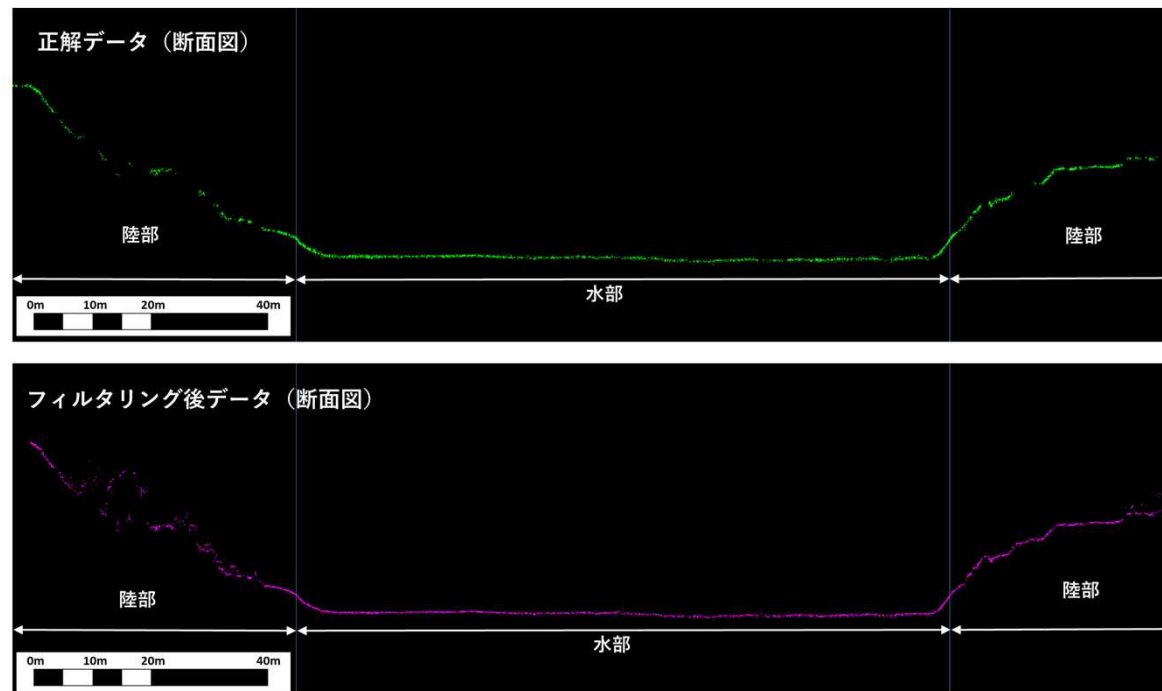
□ 正確性（漏れ・過剰）の検証

【検証方法】

1. 開発チーム①は、特徴的な4河川（各1km²、取得点密度1点以上/m²）を選定して正確性の検証を実施。開発チーム②は、櫛田川の一部0.049km²で検証を実施。
2. 選定した河川について、主に自動処理機能によるフィルタリング処理を実施してフィルタリング後（グラウンド）データを作成。
3. 開発されたソフトウェアによる自動フィルタリングデータと正解データ(自動処理及び手動処理を施して作成したデータ)を比較し、過不足率を計算。

$$\text{過剰率 (\%)} = \text{過剰点数} / \text{正解点数} \times 100$$

$$\text{不足率 (\%)} = \text{不足点数} / \text{正解点数} \times 100$$



フィルタリングの例

フィルタリングツールの検証作業

□ 正確性（漏れ・過剰）の検証

開発チーム①：アイサンテクノロジー株式会社／アジア航測株式会社／株式会社ユニテック

開発チーム②：株式会社オービタルネット／アジア航測株式会社／株式会社ユニテック

フィルタリングソフトウェア 実施結果

検証ツール	河川名	正解点数	結果点数	正解と一致点数	正解率	過剰点数	過剰率	不足点数	不足率	過剰不足点数
①	(1)利別川	12,968,711	38,998,401	10,486,987	80.86%	28,511,414	219.85%	2,481,724	19.14%	26,029,690
	(2)木津川	47,416,798	54,106,003	38,183,538	80.53%	15,922,465	33.58%	9,233,260	19.47%	6,689,205
	(3)日野川	30,395,737	30,184,829	15,163,556	49.89%	15,021,273	49.42%	15,232,181	50.11%	-210,908
	(4)紀ノ川	42,991,326	42,549,643	31,698,682	73.73%	10,850,961	25.24%	11,292,644	26.27%	-441,683
	合計	133,772,572	165,838,876	95,532,763	71.41%	70,306,113	52.56%	38,239,809	40.03%	32,066,304

(*) ②	(8)櫛田川	1,648,448	3,699,257	1,635,642	99.22%	2,063,615	126.17%	12,806	0.78%	2,050,809
-------	--------	-----------	-----------	-----------	--------	-----------	---------	--------	-------	-----------

(*) 開発チーム②については、櫛田川の一部0.049km²で検証

【検証結果】

- リクワイヤメント（過剰率、不足率がそれぞれ20%以内）に対し、不足率については3河川で達成できたが、過剰率についてはいずれの河川も達成できておらず、適切なパラメータ設定等についてまだ課題がある。

フィルタリングツールの検証作業

□ 検証結果

①アイサンテクノロジー株式会社／アジア航測株式会社／株式会社ユニテック

- ✓ 大量の点群データ（約30～300点/m²）の自動処理を1時間以内で完了することが確認できたことは、データ処理効率化の観点から評価できる。
- ✓ 正確性について、本来、各河川（地域）に応じたパラメータ設定が重要であるが、本検証では共通のパラメータを用いて処理を実施したため、過剰・漏れの数値にバラツキが大きく出た。本開発ツールにおける正確性向上（品質向上）のためには、河川（地域）に応じたパラメータ設定が必要不可欠である。

②株式会社オービタルネット／アジア航測株式会社／株式会社ユニテック

- ✓ 点群データの切り出し処理に8時間以上の時間がかかっているが、この部分は将来的な自動化により対処可能である。それ以降のフィルタリングに関する処理時間が1時間を切っていることから今後の開発が期待される。
- ✓ 正確性について、漏れ率がリクワイヤメント20%以内であったことは、機械学習により一定の効果があつたと評価できる。一方、過剰率がリクワイヤメントである20%以上であったことは、人的処理と機械的処理による差が考えられるため、継続した検証を行う必要がある。

今回の検証の範囲では、迅速性についてはいずれのツールもリクワイヤメントを概ね満たしたものの、正確性については最適なパラメータの設定や機械処理の精度向上といった課題が明らかになった。これらの課題を踏まえ、自動処理による計算結果を最終的な測量成果として利用するための更なる開発が期待される。